

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-296503

(43)Date of publication of application : 09.10.2002

(51)Int.Cl.

G02B 17/08

G02B 27/18

G03B 21/28

(21)Application number : 2001-095319

(71)Applicant : FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 29.03.2001

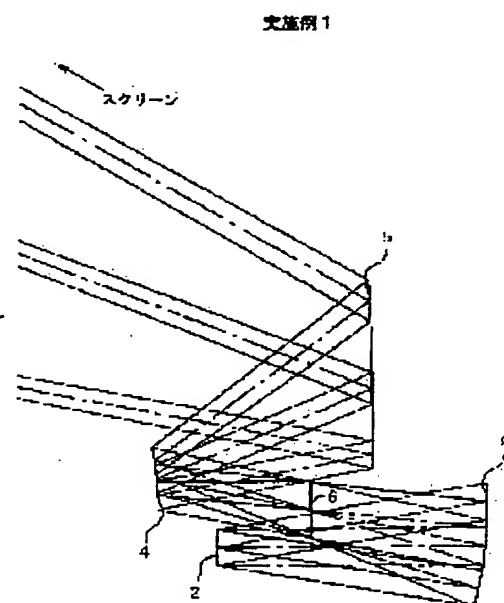
(72)Inventor : BABA TOMOYUKI  
YAMAMOTO TSUTOMU

## (54) REFLECTION TYPE OPTICAL SYSTEM FOR PROJECTION

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a bright optical system with an excellently corrected aberration by disposing a positive first mirror, a negative second mirror, and a positive third mirror in this order from the enlarging side and dividing positive power to the front and the rear parts of the optical system.

**SOLUTION:** The optical system enlarges and projects on a screen an optical beam carrying image information and emitted from a light bulb 2 which is driven by the image information, and is composed of a positive (concave) first mirror 5, a negative (convex) second mirror 4, and a positive (convex) third mirror 3 which are disposed in this order from the enlarging side. Further, the following condition is satisfied:  $-1.0 < f_3/f_{12} < -0.2$ , wherein  $f_{12}$  stands for the synthesized focal length of the first mirror 5 and the second mirror 4, and  $f_3$  stands for the focal length of the third mirror 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-296503  
(P2002-296503A)

(43) 公開日 平成14年10月9日 (2002.10.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト <sup>*</sup> (参考)
G 0 2 B 17/08		G 0 2 B 17/08	A 2 H 0 8 7
	27/18	27/18	Z
G 0 3 B 21/28		G 0 3 B 21/28	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-95319(P2001-95319)

(22) 出願日 平成13年3月29日 (2001.3.29)

(71) 出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地

(72) 発明者 馬場 智之

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士  
写真光機株式会社内

(72) 発明者 山本 力

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士  
写真光機株式会社内

(74) 代理人 100097984

弁理士 川野 宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射型投映用光学系

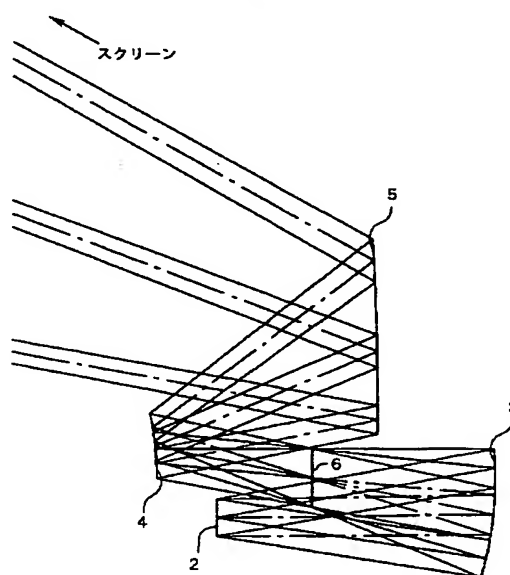
(57) 【要約】

【目的】 拡大側から順に、正の第1ミラーと、負の第2ミラーと、正の第3ミラーとを配設し、正のパワーを光学系の前後に振り分けることで、収差補正を良好とし、明るい光学系とする。

【構成】 画像信号により駆動されるライトバルブ2からの画像情報を担持した光束をスクリーン上に拡大投映する光学系であって、拡大側から順に、正の(凹の)第1ミラー5と、負の(凸の)第2ミラー4と、正の(凹の)第3ミラー3とを配設してなる。また、第1ミラー5と第2ミラー4の合成焦点距離を $f_{1,2}$ とし、第3ミラー3の焦点距離を $f_3$ としたとき、下記条件式を満足する。

$$-1.0 < f_3 / f_{1,2} < -0.2$$

実施例 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像信号により駆動されるライトバルブからの画像情報を担持した光束をスクリーン上に拡大投射する反射型投射用光学系であって、拡大側から順に、正のパワーを有する第1ミラーと、負のパワーを有する第2ミラーと、正のパワーを有する第3ミラーとを配設してなることを特徴とする反射型投射用光学系。

【請求項2】 請求項1記載の反射型投射用光学系において、前記第1ミラーと前記第2ミラーの合成焦点距離を $f_{1,2}$ とし、前記第3ミラーの焦点距離を $f_3$ としたとき、下記条件式(1)を満足することを特徴とする反射型投射用光学系。

$$-1.0 < f_3 / f_{1,2} < -0.2 \quad \dots (1)$$

【請求項3】 前記3つのミラーのうち少なくとも1枚のミラーが、光軸に対して回転非対称な形状を有する自由曲面から構成されることを特徴とする請求項1または2記載の反射型投射用光学系。

【請求項4】 前記第1ミラーが、光軸に対して回転非対称な形状を有する自由曲面から構成されることを特徴とする請求項3記載の反射型投射用光学系。

【請求項5】 前記3つのミラーの全てが、光軸に対して回転非対称な形状を有する自由曲面から構成されることを特徴とする請求項3記載の反射型投射用光学系。

【請求項6】 前記3つのミラーの全ての光軸が一平面内に存在することを特徴とする請求項1記載の反射型投射用光学系。

【請求項7】 前記3つのミラーの光軸が一致するように構成されていることを特徴とする請求項6記載の反射型投射用光学系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投写プロジェクションディスプレイ装置や投写型テレビ装置等の投射用光学系として用いられる反射型投射用光学系に関し、特に、投射用光学系の要素として反射ミラーを用いた反射型投射用光学系に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】投写型プロジェクションディスプレイ装置や投写型テレビ装置の投射レンズにおいては、光学ガラスを用いた屈折光学系や、屈折光学系とミラーを組み合わせた構成のものが広く知られており、現在使用されている投射レンズのほとんどはこのタイプのものである。

【0003】しかし、屈折光学系を用いた場合、光学ガラスの特性上どうしても色収差が発生してしまう。特に、長焦点の望遠タイプでは軸上色収差の発生が、一方短焦点の広角タイプでは倍率色収差の発生が各々大きな問題となる。

【0004】また光学性能を良好とするために非球面形

状の光学面を導入した場合、光学ガラスを非球面形状とすることによる多くの問題が発生する。特に、大きな非球面形状のものを製造しようとする場合には、コストや重量、さらには面精度等の製造上の問題が発生し、設計上は可能であっても製品に採用することは難しい。そこで、基本的にはレンズ（屈折光学系）により構成し、大きな非球面が必要な部分については、大きな非球面ミラーを採用するようにした投射光学系が知られている（特開2000-66105号公報）。しかし、大きな光学レンズを非球面形状としたものを搭載するよりはコストや重量などの問題が軽減されるものの、依然として色収差の問題は解決されずに残ったままである。

【0005】そこで、レンズを使用することにより生じる色収差を除去するため、3枚のミラーのみを使用して投射光学系を構成したものが知られている（特開平10-111458号公報）。このミラーのみを用いた投射光学系は、拡大側から順に、負のパワーを有するミラー、負のパワーを有するミラーおよび正のパワーを有するミラーが配された構成とされている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報記載の、ミラーのみを用いた投射光学系は、明るい光学系とはなっておらず、実際に投射光学系として機能させるためには照明光学系を極めて明るいものとする必要があり、照明光学系の大型化やコストアップを招来する。

【0007】本発明は上記事情に鑑みなされたもので、諸収差、特にディストーションおよび色収差の補正を良好に行いつつも、明るい反射型投射用光学系を提供することを目的とするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の反射型投射用光学系は、画像信号により駆動されるライトバルブからの画像情報を担持した光束をスクリーン上に拡大投射する反射型投射用光学系であって、拡大側から順に、正のパワーを有する第1ミラーと、負のパワーを有する第2ミラーと、正のパワーを有する第3ミラーとを配設してなることを特徴とするものである。

【0009】また、上記反射型投射用光学系において、前記第1ミラーと前記第2ミラーの合成焦点距離を $f_{1,2}$ とし、前記第3ミラーの焦点距離を $f_3$ としたとき、下記条件式(1)を満足することが好ましい。

$$-1.0 < f_3 / f_{1,2} < -0.2 \quad \dots (1)$$

【0010】また、前記3つのミラーのうち少なくとも1枚のミラーが、光軸に対して回転非対称な形状を有する自由曲面から構成されることが好ましい。また、前記第1ミラーを、光軸に対して回転非対称な形状を有する自由曲面から構成することが可能である。

【0011】また、前記3つのミラーの全てを、光軸に対して回転非対称な形状を有する自由曲面から構成する

ことが可能である。また、前記3つのミラーの全ての光軸が一平面内に存在するように構成することが可能である。さらに、前記3つのミラーの光軸が一致するように構成することが可能である。

【0012】

【作用】上述したように、本発明の反射型投映用光学系においては、拡大側から順に、正のパワーを有する第1ミラーと、負のパワーを有する第2ミラーと、正のパワーを有する第3ミラーとを配設している。

【0013】これにより、収差補正上のバランスが良くなり、収差補正が良好となる。すなわち、前述した従来技術のように、拡大側から、負、負、正の順にミラーを配列した場合には、最後（最も表示素子側）の正のパワーのミラーに、パワー配分上大きな負担がかかるため、明るい光学系とすることが難しいが、上記構成のように、正負正のミラー配列とすれば、正のパワーを光学系の前後に振り分けることが可能となり、収差補正上有利となるので、明るい光学系とすることが可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。図1は本発明の実施形態の代表例としての実施例1に係る反射型投映用光学系の構成を示すものである。なお、以下に示す数値データは全系の焦点距離を1に規格化したときの値が示されている。

【0015】本発明の実施形態に係る反射型投映用光学系は、図1に示すように、画像信号により駆動されるライトバルブ2からの画像情報を担持した光束をスクリーン（図示せず）上に拡大投映する光学系であって、拡大側から順に、正のパワーを有する（凹の）第1ミラー5と、負のパワーを有する（凸の）第2ミラー4と、正のパワーを有する（凹の）第3ミラー3とを配設してなる。なお、第2ミラー4と第1ミラー3との間には絞り6（必ずしも現実の絞りを配置せずともよい）が配されてなる。

【0016】また、この反射型投映用光学系は、第1ミラー5と第2ミラー4の合成焦点距離を $f_{1,2}$ とし、第3ミラー3の焦点距離を $f_3$ としたとき、下記条件式（1）を満足する。

$$-1.0 < f_3 / f_{1,2} < -0.2 \quad \dots (1)$$

【0017】この条件式（1）は、収差補正を良好にしつつ、ミラー配置を容易にし得る条件を規定するものである。すなわち、その範囲の下限を下回ると、第3ミラー3の焦点距離が長くなり過ぎることから、収差の補正が困難になる。一方、その上限を上回ると第3ミラー3の焦点距離が短くなり過ぎることから、縮小側の結像位置と第3ミラー3の間隔が狭まり、光束に干渉しないように各ミラーを配置することが難しくなる。

【0018】また、本実施形態に係る反射型投映用光学

系は、上記3枚のミラー3、4、5のうち少なくとも1枚のミラーが、光軸に対して回転非対称な形状を有する自由曲面から構成されている。

【0019】ミラー同士の干渉やミラーによる光束のケラレを考慮した場合、レンズ系における極めてワイドなレンズと同様に構成する、あるいは偏芯量を大きくとる等の対策が必要となるため、特に歪曲収差の劣化（図6（A）の実線部分参照；歪曲収差がない場合の像形状を点線で表す）が問題となる。そこで、本実施形態に係る反射型投映用光学系では、少なくとも1枚のミラー面を光軸非対称な自由曲面とすることで収差補正を良好なものとするを可能としている（図6（B）参照）。

【0020】また、1枚のミラーを、光軸に対して回転非対称な形状を有する自由曲面とする場合には、第1ミラー5をその自由曲面とすることが最も効率的である。すなわち、自由曲面は非対称形状を有しているため、製造工程で実際に製造されたミラー面形状を測定したり、光学系を組み立てる際にミラーを配置することが難しくなる。そのため自由曲面とされたミラーの枚数を少なくすることが生産上は有利であり、歪曲収差を補正するのに最も効果的な第1ミラー5のみに自由曲面を配置することで、コストメリットを図りつつ収差補正を良好とすることが肝要である。

【0021】勿論3枚のミラー3、4、5の全てを、光軸に対して回転非対称な形状を有する自由曲面から構成すれば、最も光学性能を良化することができる。また、3つのミラー3、4、5を共軸ではなく、偏芯系によって構成した場合、光学系を近軸上で広角にすることなく、ミラー同士の干渉やミラーによる光束のケラレを少なくすることができる。

【0022】しかし、その一方で、各ミラー3、4、5の光軸を同一平面内に位置するように構成すれば、ミラーの形状が少なくとも所定の平面内においては対称性を有するためコストや製造性の点で有利である。さらに、各ミラー3、4、5の光軸を全て共軸とするように構成すれば上記利点はさらに大きくなる。

【0023】以下、具体的な数値を用いて実施例1～5について説明する。実施例1の構成は前述したとおりであり、図1の如く構成されている。

<実施例1>本発明の実施例1に係る反射型投映用光学系は前述したとおりであり、図1に示されている。実施例1の光学系においては、3つのミラー面の全てが下記自由曲面式（1）（非球面式を含む）により表される非球面形状とされ、いずれも、いわゆる自由曲面とはされていない。さらに各ミラー面はY軸方向のずれによる光軸に対する偏心量を有する。

【0024】

【数1】

$$z = \frac{\rho^2/r}{1 + \sqrt{1 - K(\rho/r)^2}} + \sum A_n \rho^n + \sum \sum C_{ij} x^i y^j \quad (\rho^2 = x^2 + y^2)$$

$z$  : レンズ面からの光軸Z方向の距離  
 $\rho$  : 光軸Zに対し垂直に設けられたXY平面上での距離  
 $K$  : 離心率  
 $r$  : 曲率半径  
 $A_n$  : 非球面係数  
 $C_{ij}$  : 自由曲面係数

【0025】以下、実施例1に係る反射型投映用光学系の各光学面（スクリーン、ミラー、絞り、画像表示素子面）の曲率半径R、各光学面間の空気間隔Dを表1の上段に示す。また、この表1の中段には、上式（1）における非球面係数のみが示されており、さらに表1の下段には、各ミラー面の偏心量が示されている。ただし、こ\*

\*の表1および後述する表2～5において、各記号R、D、N、 $\nu$ に対応させた数字は拡大側から順次増加するようになっている。

【0026】

【表1】

面	R	面間隔
スクリーン	$\infty$	21.77559
1	-249.993	-2.278 反射面
2	-3.6521	1.60762 反射面
絞り	$\infty$	1.89001
4	-3.7058	-2.87198 反射面
素子面	$\infty$	

面	K	$A_4$	$A_6$	$A_8$
1	1.00	$-1.87 \times 10^{-3}$	$9.5 \times 10^{-6}$	$-2.49 \times 10^{-6}$
2	1.01	$-2.90 \times 10^{-3}$	$-3.94 \times 10^{-3}$	$-3.11 \times 10^{-4}$
4	$9.69 \times 10^{-1}$	$-3.68 \times 10^{-4}$	$-1.06 \times 10^{-4}$	$7.78 \times 10^{-6}$
	$C_{10}$	$C_{02}$	$C_{22}$	$C_{04}$

1

2

4

	$C_{10}$	$C_{22}$	$C_{04}$
--	----------	----------	----------

1

2

4

偏心量

面	Y軸ズレ
スクリーン	
1	-0.032
2	-0.032
絞り	
4	-0.032
素子面	-0.409

【0027】また、実施例1の光学系における条件式 50 (1) に対応する値は-0.98とされており、この条件式

7

を満足している。さらに、実施例1についての歪曲収差（ディストーション）を図7（A）に示す（実線部分；歪曲収差がない場合の像形状を点線で表す；図7（B）～（E）において同じ）。

【0028】次に、上記実施例1についての横収差を図8に示す（横軸はX-Y平面上での位置、縦軸は収差量であって、全系焦点距離を1で規格化した場合である）。なお、図8の左側列はZY平面上の横収差を示し、右側列はZX平面上の横収差を示すものであり、左端の各座標は縮小側のXY平面上での座標位置を示すものである（以下の図9から12において同じ）。これら各収差図によれば、実施例1に係る反射型投映用光学系は良好な横収差とされていることが明らかである。

【0029】＜実施例2＞本発明の実施例2に係る反射型投映用光学系について図2を用いて説明する。実施例\*

面	R	面間隔	
スクリーン	$\infty$	21.41877	
1	-249.9213	-2.71991	反射面
2	-3.4412	1.41102	反射面
絞り	$\infty$	1.69935	
4	-3.4882	-2.75414	反射面
素子面	$\infty$		

面	K	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
1	1.00	$-8.48 \times 10^{-4}$	$2.90 \times 10^{-5}$	$-4.10 \times 10^{-7}$
2	1.01	$-3.02 \times 10^{-2}$	$-4.61 \times 10^{-3}$	$-3.20 \times 10^{-4}$
4	$9.68 \times 10^{-1}$	$-4.03 \times 10^{-4}$	$-1.39 \times 10^{-4}$	$1.62 \times 10^{-5}$
	C <sub>10</sub>	C <sub>01</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>02</sub>
1	$-1.97 \times 10^{-3}$	$-1.53 \times 10^{-3}$	$-2.60 \times 10^{-4}$	$-6.36 \times 10^{-4}$
2				
4				
	C <sub>40</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>04</sub>	
1	$-1.36 \times 10^{-4}$	$-2.32 \times 10^{-4}$	$-3.33 \times 10^{-4}$	
2				
4				

面	Y軸ズレ
スクリーン	
1	0.619
2	0.619
絞り	
4	0.619
素子面	-1.0052

【0032】また、実施例2の光学系における条件式（1）に対応する値は-0.98とされており、この条件式を満足している。さらに、実施例2についての歪曲収差（ディストーション）を図7（B）に示す。

【0033】次に、上記実施例2についての横収差を図

8

\*2の光学系においては、第1ミラー5のミラー面のみが上記自由曲面式（1）（非球面式を含む）により表される自由曲面（非球面を含む）とされ、第2ミラー4および第3ミラー3のミラー面は非球面とされており、さらに各ミラー面はY軸方向のずれによる光軸に対する偏心量を有する。

【0030】以下、実施例2に係る反射型投映用光学系の各光学面（スクリーン、ミラー、絞り、画像表示素子面）の曲率半径R、各光学面間の空気間隔Dを表2の上段に示す。また、この表2の中段には、上記自由曲面式（1）における自由曲面係数（非球面係数を含む）が示されており、さらに表2の下段には、各ミラー面の偏心量が示されている。

【0031】

【表2】

9に示す（横軸は平面上での位置、縦軸は収差量であって、全系焦点距離を1で規格化した場合である；以下の図においても同じ）。これら各収差図によれば、実施例2に係る反射型投映用光学系は良好な横収差とされていることが明らかである。

【0034】＜実施例3＞本発明の実施例3に係る反射型投映用光学系について図3を用いて説明する。実施例3の光学系においては、全てのミラー面が上記自由曲面式(1)(非球面を含む)により表される自由曲面(非球面を含む)とされ、さらに各ミラー面はY軸方向のずれによる光軸に対する偏心量を有する。

【0035】以下、実施例3に係る反射型投映用光学系の各光学面(スクリーン、ミラー、絞り、画像表示素子\*

面	R	面間隔	
スクリーン	$\infty$	20.64065	
1	-12.5763	-2.08227	反射面
2	-2.0398	0.63632	反射面
絞り	$\infty$	1.45681	
4	-2.2832	-1.74871	反射面
素子面	$\infty$		

面	K	$A_1$	$A_2$	$A_3$
1	$9.39 \times 10^{-1}$			
2	2.50			
4	1.12			
	$C_{10}$	$C_{02}$	$C_{21}$	$C_{03}$
1	$-1.08 \times 10^{-3}$	$-9.60 \times 10^{-4}$	$-1.27 \times 10^{-3}$	$2.81 \times 10^{-4}$
2	$8.29 \times 10^{-3}$	$3.34 \times 10^{-3}$	$-6.59 \times 10^{-4}$	$1.89 \times 10^{-3}$
4	$1.86 \times 10^{-3}$	$6.45 \times 10^{-3}$	$-1.29 \times 10^{-4}$	$-5.74 \times 10^{-4}$
	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{04}$	
1	$-6.08 \times 10^{-3}$	$2.39 \times 10^{-4}$	$-1.54 \times 10^{-5}$	
2	$-7.50 \times 10^{-3}$	$9.08 \times 10^{-4}$	$-8.53 \times 10^{-3}$	
4	$-1.00 \times 10^{-3}$	$-1.55 \times 10^{-3}$	$-7.28 \times 10^{-4}$	

面	Y軸ズレ
スクリーン	
1	0.17
2	-0.018
絞り	
4	-0.008
素子面	-0.441

【0037】また、実施例3の光学系における条件式(1)に対応する値は-0.57とされており、この条件式を満足している。さらに、実施例3についての歪曲収差(ディストーション)を図7(C)に示す。

【0038】次に、上記実施例3についての横収差を図10に示す。これら各収差図によれば、実施例3に係る反射型投映用光学系は良好な横収差とされていることが明らかである。

【0039】＜実施例4＞本発明の実施例4に係る反射型投映用光学系について図4を用いて説明する。実施例4の光学系においては、全てのミラー面が上記自由曲面式(1)(非球面を含む)により表される自由曲面

\*面)の曲率半径R、各光学面間の空気間隔Dを表3の上段に示す。また、この表3の中段には、上記自由曲面式(1)における自由曲面係数(非球面係数を含む)が示されており、さらに表3の下段には、各ミラー面の偏心量が示されている。

【0036】

【表3】

(非球面を含む)とされ、さらに画像表示素子面はY軸方向のずれおよびX軸の倒れ(X軸を中心としてZY平面を回転させる)による光軸に対する偏心量を有する。

【0040】以下、実施例4に係る反射型投映用光学系の各光学面(スクリーン、ミラー、絞り、画像表示素子面)の曲率半径R、各光学面間の空気間隔Dを表4の上段に示す。また、この表4の中段には、上記自由曲面式(1)における自由曲面係数(非球面係数を含む)が示されており、さらに表4の下段には、画像表示素子面の偏心量が示されている。

【0041】

【表4】

面	R	面間隔	
スクリーン	$\infty$	20.99172	
1	-13.8619	-2.03483	反射面
2	-2.1215	0.3902	反射面
絞り	$\infty$	1.78165	
4	-2.4176	-1.89356	反射面
素子面	$\infty$		

面	K	$A_1$	$A_2$	$A_3$
1	1.02			
2	2.62			
4	1.10			
	$C_{10}$	$C_{02}$	$C_{11}$	$C_{03}$
1	$4.34 \times 10^{-3}$	$-1.98 \times 10^{-3}$	$-1.80 \times 10^{-3}$	$1.59 \times 10^{-4}$
2	$2.92 \times 10^{-3}$	$3.18 \times 10^{-3}$	$1.59 \times 10^{-3}$	$2.24 \times 10^{-3}$
4	$3.65 \times 10^{-3}$	$6.51 \times 10^{-3}$	$-1.65 \times 10^{-3}$	$-9.41 \times 10^{-4}$
	$C_{40}$	$C_{32}$	$C_{04}$	
1	$-1.81 \times 10^{-4}$	$2.94 \times 10^{-4}$	$-1.38 \times 10^{-4}$	
2	$-1.14 \times 10^{-3}$	$1.60 \times 10^{-3}$	$-5.42 \times 10^{-3}$	
4	$-4.35 \times 10^{-4}$	$-9.10 \times 10^{-4}$	$-5.40 \times 10^{-4}$	

面	Y 軸ズレ	X 軸倒れ
スクリーン		
1		
2		
絞り		
4		
素子面	-0.527	-1.92129

【0042】また、実施例4の光学系における条件式(1)に対応する値は-0.63とされており、この条件式を満足している。さらに、実施例4についての歪曲収差(ディストーション)を図7(D)に示す。

【0043】次に、上記実施例4についての横収差を図11に示す。これら各収差図によれば、実施例4に係る反射型投映用光学系は良好な横収差とされていることが明らかである。

【0044】<実施例5>本発明の実施例5に係る反射型投映用光学系について図5を用いて説明する。実施例5の光学系においては、全てのミラー面が上記自由曲面

(非球面を含む)とされ、さらに各ミラー面はY軸方向のずれによる光軸に対する偏心量を有する。

【0045】実施例5に係る反射型投映用光学系の各光学面(スクリーン、ミラー、絞り(仮想絞り)、画像表示素子面)の曲率半径R、各光学面間の空気間隔Dを表5の上段に示す。また、この表5の中段には、上記自由曲面式(1)における自由曲面係数(非球面係数を含む)が示されており、さらに表5の下段には、各ミラー面の偏心量が示されている。

【0046】

【表5】



面	R	面間隔
スクリーン	$\infty$	28.57477
絞り	$\infty$	-2.84158
2	-7.6764	-1.2241 反射面
3	-1.5531	2.40831 反射面
4	-2.6797	-2.18401 反射面
素子面	$\infty$	

面	K	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
2	1.00			
3	1.18			
4	$9.16 \times 10^{-1}$			
	C <sub>10</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>23</sub>
2	$2.26 \times 10^{-3}$	$1.86 \times 10^{-2}$	$-4.30 \times 10^{-4}$	$7.09 \times 10^{-4}$
3	$7.43 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-1}$	$-9.03 \times 10^{-3}$	$1.25 \times 10^{-2}$
4	$6.59 \times 10^{-3}$	$1.27 \times 10^{-2}$	$4.27 \times 10^{-4}$	$3.50 \times 10^{-4}$
	C <sub>15</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>04</sub>	
2	$4.95 \times 10^{-4}$	$-1.58 \times 10^{-3}$	$-1.28 \times 10^{-3}$	
3	$6.67 \times 10^{-3}$	$-1.18 \times 10^{-3}$	0.00	
4	$-1.01 \times 10^{-3}$	$-1.11 \times 10^{-3}$	$-1.88 \times 10^{-4}$	
	C <sub>16</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>06</sub>
2	$-6.41 \times 10^{-5}$	$-4.74 \times 10^{-5}$	$2.21 \times 10^{-4}$	$7.00 \times 10^{-5}$
3	$-1.43 \times 10^{-4}$	$-2.29 \times 10^{-5}$	$-3.46 \times 10^{-4}$	$-1.68 \times 10^{-5}$
4	$-5.07 \times 10^{-5}$	$-5.19 \times 10^{-4}$	$-3.08 \times 10^{-4}$	$-2.60 \times 10^{-5}$

面	Y 軸ズレ
スクリーン	
絞り	
2	-0.105
3	-0.105
4	-0.105
素子面	-0.587

【0047】また、実施例5の光学系における条件式(1)に対応する値は-0.83とされており、この条件式を満足している。さらに、実施例5についての歪曲収差(ディストーション)を図7(E)に示す。

【0048】次に、上記実施例5についての横収差を図12に示す。これら各収差図によれば、実施例5に係る反射型投映用光学系は良好な横収差とされていることが明らかである。

【0049】なお、本発明に係る反射型投映用光学系は、透過型あるいは反射型の液晶型プロジェクタに用いられるだけでなく、デジタルマイクロミラーデバイス(DMD)等の他のライトバルブ素子を用いたプロジェクタに搭載される投映用光学系としても利用可能である。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように本発明の反射型投映用光学系においては、拡大側から順に、正のパワーを有する第1ミラーと、負のパワーを有する第2ミラーと、

正のパワーを有する第3ミラーとを配設しており、正のパワーを光学系の前後に振り分けるようにしているので、各収差を良好としつつも、明るい光学系とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る反射型投映用光学系を示す断面図

40 【図2】本発明の実施例2に係る反射型投映用光学系を示す断面図

【図3】本発明の実施例3に係る反射型投映用光学系を示す断面図

【図4】本発明の実施例4に係る反射型投映用光学系を示す断面図

【図5】本発明の実施例5に係る反射型投映用光学系を示す断面図

【図6】本発明の実施形態に係る反射型投映用光学系におけるディストーションの補正効果を説明するための概略図

【図7】各実施例におけるディストーションの補正効果を表す概略図

【図8】本発明の実施例1に係る反射型投映用光学系の横収差を示す収差図

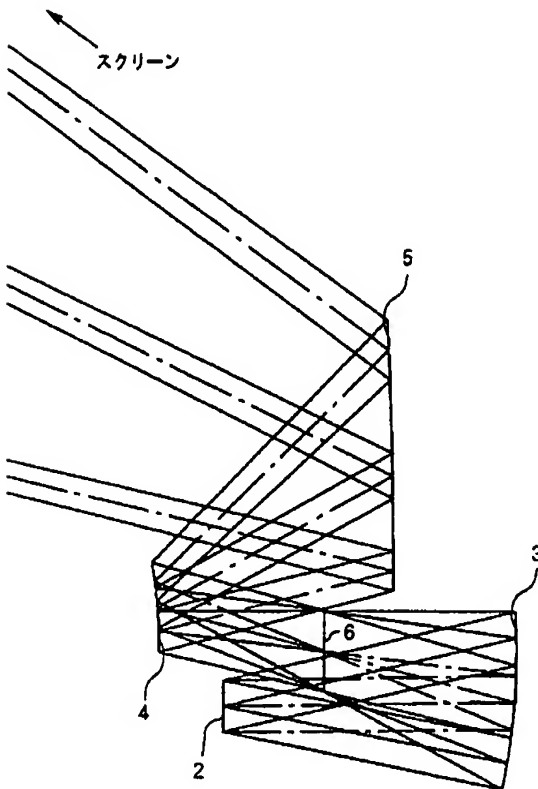
【図9】本発明の実施例2に係る反射型投映用光学系の横収差を示す収差図

【図10】本発明の実施例3に係る反射型投映用光学系の横収差を示す収差図

【図11】本発明の実施例4に係る反射型投映用光学系\*

【図1】

実施例1



\*の横収差を示す収差図

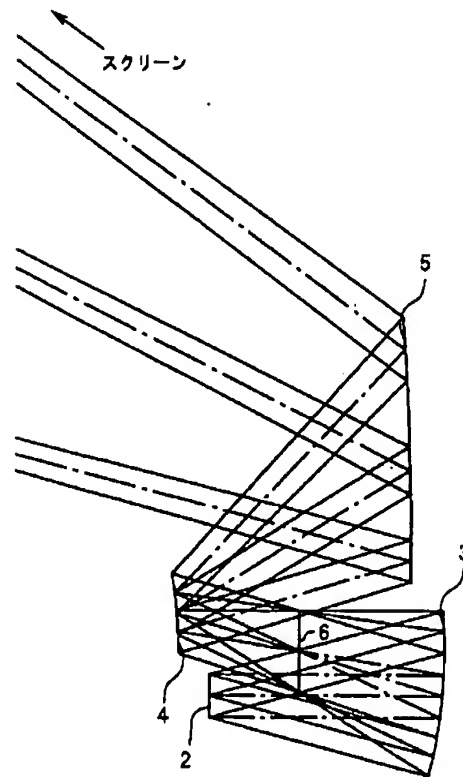
【図12】本発明の実施例5に係る反射型投映用光学系の横収差を示す収差図

【符号の説明】

- |   |        |
|---|--------|
| 2 | 画像表示素子 |
| 3 | 第3ミラー  |
| 4 | 第2ミラー  |
| 5 | 第1ミラー  |
| 6 | 絞り     |

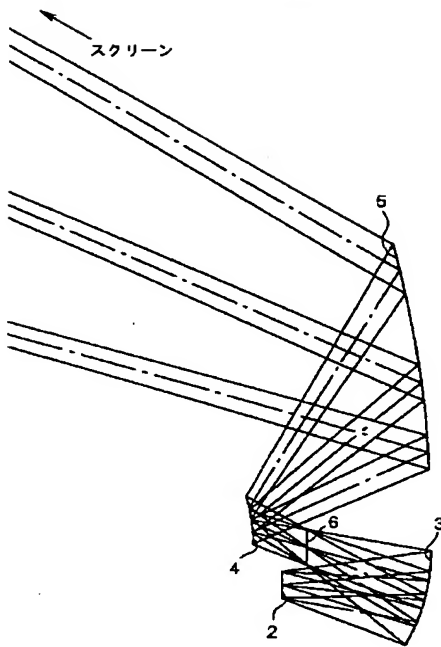
【図2】

実施例2



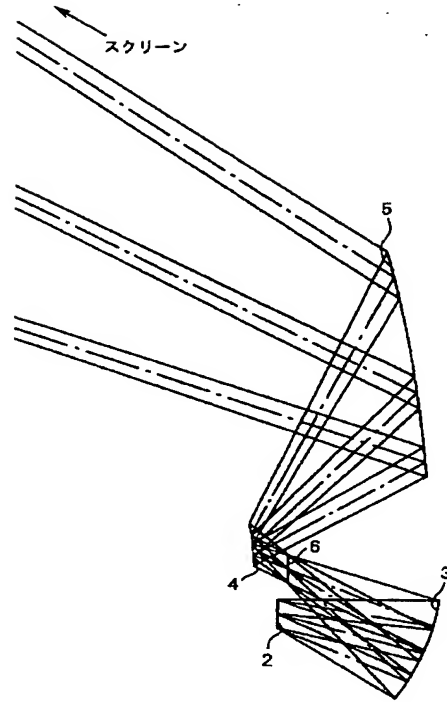
【図3】

実施例3



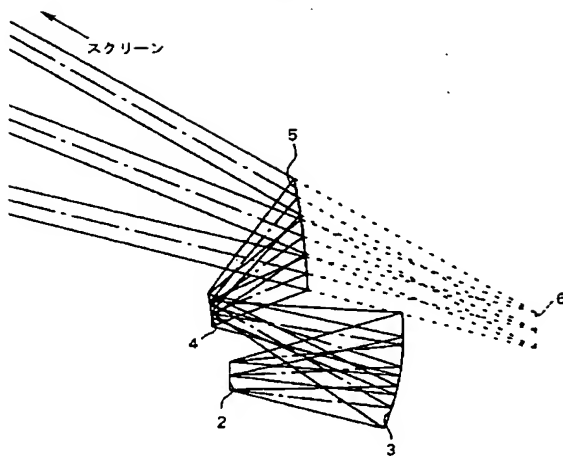
【図4】

実施例4



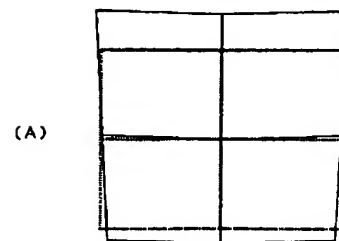
【図5】

実施例5



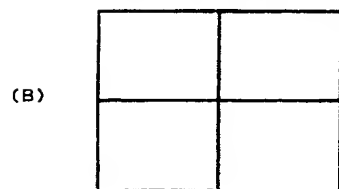
【図6】

ディストーションが大きくなってしまった例



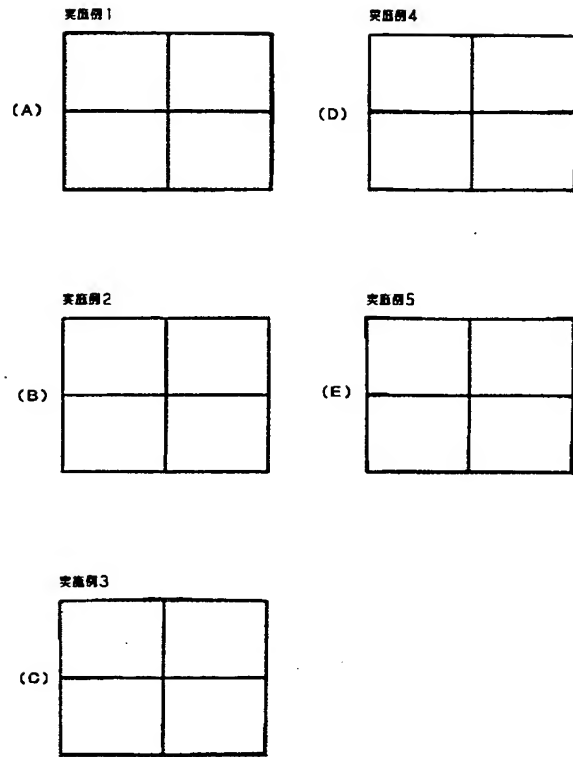
(A)

ディストーションを補正した例

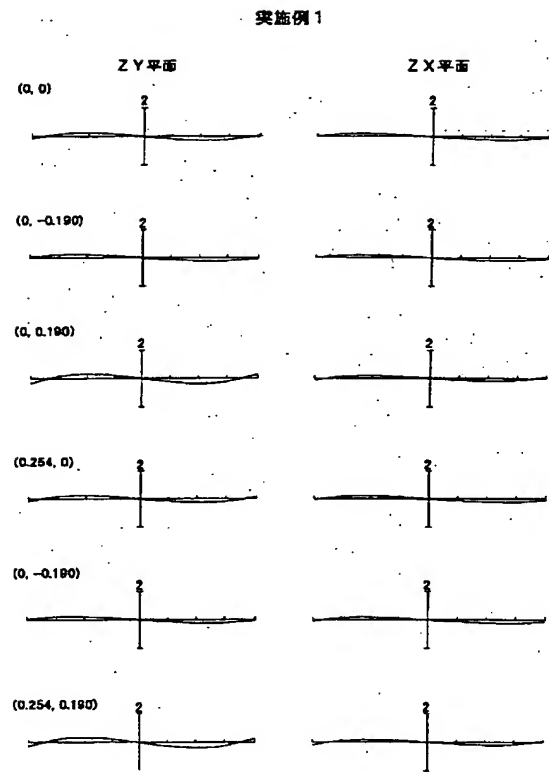


(B)

【図7】

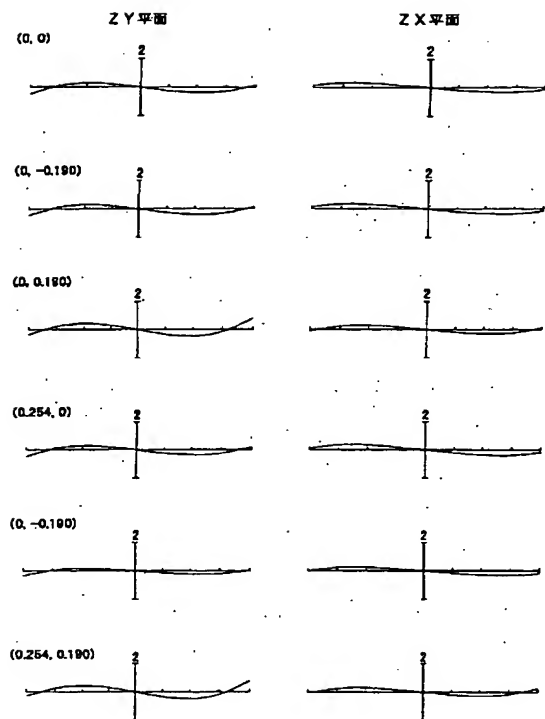


【図8】



【図9】

実施例2



【図10】

実施例3

